



بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شهید چمران اهواز،
خوزستان، ایران.



تأثیر گلیسین بر خواص اپتیکی نانوذرات کلوییدی اکسید ایندیوم

زهرا اسدیان^۱، مرتضی ساسانی قمصری^۲، علی باکوئی^۱

^۱ گروه اپتیک و لیزر، بخش فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس
^۲ پژوهشکده فوتونیک و فناوری های کوانتومی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی،

z_asadian@modares.ac.ir, abakouei@gmail.com, msgghamsari@yahoo.com

چکیده- در این تحقیق اثر ناخالصی گلیسین بر ویژگی های اپتیکی محلول کلوییدی نانوذرات اکسید ایندیوم به روش تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. محلول کلوییدی نانوذرات اکسید ایندیوم و محلول کلوییدی نانوذرات اکسید ایندیوم با ناخالصی گلیسین با روش شیمیایی تر سل-ژل با استفاده از نمک ایندیوم و گلیسین پودری تهیه شده و پس از مشاهده پایداری محلول با گذشت چند روز طیف جذبی محلول ها ثبت و گاف نواری مربوط به هر کدام محاسبه شدند. طیف فوتولومینسانس و FT-IR نیز برای بررسی بیشتر خواص اپتیکی و همچنین پیوندهای به وجود آمده در محلول ها ثبت و با هم مقایسه شده اند که بهبود خواص اپتیکی مشاهده شد.

کلید واژه- اکسید ایندیوم، خواص اپتیکی، سل-ژل، گلیسین.

Glycine effects on the optical properties of colloidal In₂O₃ nanoparticles

Zahra Asadian¹, Morteza Sasani Ghamsari², Ali Bakouei¹

¹Department of Physics, Optics and Laser, Faculty of Basic Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

²Photonics and Quantum Technologies Research Institute, Nuclear Science and Technology Research Institute, 11155-3486, Tehran, Iran

z_asadian@modares.ac.ir, abakouei@gmail.com, msgghamsari@yahoo.com

Abstract- In this research, experimentally the effect of glycine impurity on the optical properties of colloidal solution of indium nanoparticles has been investigated. Colloidal solution of indium oxide nanoparticles and colloidal solution of indium oxide nanoparticles with glycine impurity were prepared by sol-gel method which is a wet chemical method, using indium salt and powdered glycine. After observing the stability of the solution, after a few days, the absorption spectra of the solutions were recorded and the band gap corresponding to each was calculated. Photoluminescence and FT-IR spectra were also recorded and compared to further investigate the optical properties as well as to investigate the bonds formed in the solutions, which show an improvement in optical properties.

Keywords: Colloidal Nanoparticles, In₂O₃, Sol-Gel Method.

مقدمه

کاربرد وسیع نیمه رساناهای اکسیدی در تکنولوژی، الکترونیک و میکروالکترونیک، ارتباطات نوری، حسگر-های گازی، ترانزیستورها، سلول های خورشیدی و ... باعث شده است تا توجه زیادی را به دلیل ویژگی های نوری-الکتریکی به خود جلب کنند. با کوچک شدن اندازه ذرات اکسیدی و ورود به محدوده نانو با تغییر برخی از خواص فیزیکی به ویژه خواص نوری آنها مواجه می شویم. دو مورد از مهم ترین تغییرات، افزایش نسبت سطح به حجم و ورود اندازه ذرات به قلمرو اثرات کوانتومی است. افزایش نسبت سطح به حجم ناشی از کم شدن اندازه ذره است که منجر به غلبه رفتار اتم های واقع در سطح ذره به رفتار اتم های درونی می شود. افزایش سطح، خواص نوری نانوذرات اکسیدی را به مقدار زیاد تغییر می دهد [۱]. یکی از مهم ترین راه های کنترل تاثیر اندازه ذرات بر روی خواص نوری آنها، قرار دادن آنها در یک محیط کلوئیدی در حضور یک ماده فعال سطحی و یا ترکیبات آنهاست [۲]. برای مثال نانو ذرات فلزی در معرض هوا به سرعت اکسید می شوند، لذا برای حفظ خواص مورد نظر نانو ذرات و جلوگیری از واکنش بیشتر پایدار کننده هایی را به آن اضافه می کنند. اکسید ایندیوم ماده ای نیمه هادی با فرمول شیمیایی In_2O_3 است که شامل اتم های اکسیژن و ایندیوم است که اگر تناسب عنصری در ترکیب آن برقرار باشد یک عایق محسوب می شود. در حالی که اگر تناسب عنصری موجود نباشد رفتار یک نیمه رسانا با شفافیت بالا در ناحیه مرئی را از خود بروز می دهد [۳]. مورد توجه بودن بسیار این ماده به دلیل گاف نواری بزرگ ($>3/5 \text{ eV}$) شفافیت بالا، پایداری شیمیایی بالا، پویایی و رسانندگی الکتریکی زیاد آن است. استفاده از آن در الکترونیک، فوتوولتاییک، وسایل اپتوالکترونیک مثل حسگر های گازی، LED و لایه های ضد بازتاب بسیار مرسوم است [۴]. گلیسین (glycine)

یک آمینو اسید است که یک اتم هیدروژن به عنوان زنجیره کناری دارد. گلیسین ساده ترین آمینو اسید پایدار است که فرمول شیمیایی آن به صورت $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ است. این آمینو اسید در محیط های مختلف خواص اسیدی و بازی متفاوتی از خود نشان می دهد. افزایش درصد نیتروژن در ترکیب ماده به عنوان بهبود دهنده باعث بهتر شدن خواص اپتیکی آن خواهد شد [۵]، لذا به دلیل وجود یک نیتروژن در ساختار گلیسین از آن به عنوان منبع این ماده برای بهبود خواص اپتیکی استفاده می شود.

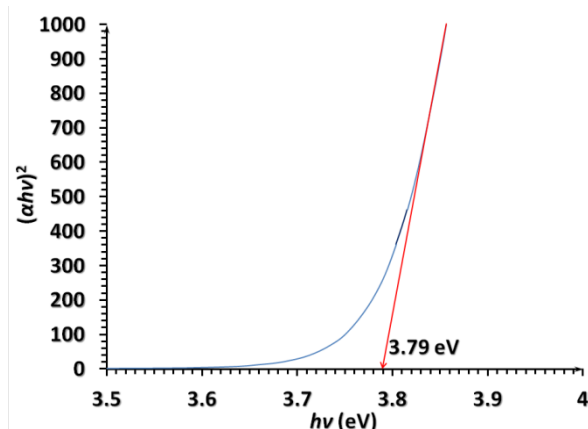
روش سنتز

روش سل ژل است یک روش تهیه نانو ذرات از محلول آبی نمک های فلزی است.

سنتز اکسید/ایندیوم: مقدار ۰/۷۵۱ گرم از نمک نیتریدی ایندیوم با مقدار ۱/۲۰۲ گرم سیتریک اسید (به عنوان عامل مختلط کننده) در آب و الکل به نسبت ۲:۱ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه مخلوط شدند. سپس به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه تحت عمل رفلاکس قرار گرفتند. در نهایت سل اکسید ایندیوم تهیه شده به مدت ۲ روز پیرسازی شد تا از پایداری آن اطمینان حاصل شود [۶].

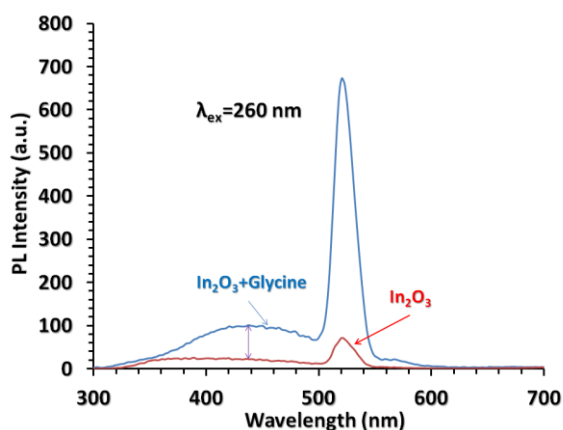
سنتز اکسید/ایندیوم با گلیسین: مقدار ۳/۶۱۰ گرم گلیسین در ۶۰ میلی لیتر آب مقطر حل شده و سپس در دمای ۱۲۰ درجه به مدت ۳ ساعت در شرایط عمل رفلاکس قرار گرفت سپس مقدار ۱/۱۷۰ گرم نمک نیتریدی ایندیوم به همراه مقدار ۱/۸۷۳ گرم سیتریک اسید در آب و الکل به نسبت ۲:۱ به مدت ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه در حالت رفلاکس قرار گرفتند و به محلول گلیسین افزوده شدند، محلول نهایی به مدت ۲ ساعت دیگر در دمای ۱۲۰ درجه در حالت رفلاکس قرار گرفت و در نهایت محلول همگن و شفافی حاصل شد که پس از گذشت ۲۴ ساعت پایدار مانده بود.

(۲) با اضافه کردن گلیسین به مقدار ۳/۷۹ الکترون ولت افزایش می یابد.



شکل ۲: نمودار $(\alpha hv)^2$ بر حسب hv برای اکسید ایندیوم تهیه شده در حضور گلیسین.

در شرایط عادی الکترون های ماده در تراز انرژی پایه قرار دارند. با تحریک الکترون ها توسط فوتون های نور فرودی آن ها برانگیخته شده و به تراز انرژی بالاتر می روند و سپس بازگشت آن ها به تراز انرژی پایین تر همراه با نشر فوتون است ، لذا به آن طیف نشری هم می گویند. نتایج این طیف برای هر دو ماده مورد نظر در شکل (۳) آورده شده اند.



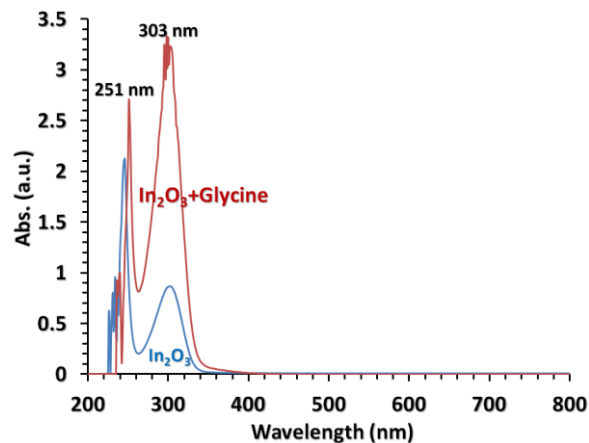
شکل ۳: طیف نشری فوتولومینسانس اکسید ایندیوم و طیف نشری مربوط به اکسید ایندیوم حاوی گلیسین.

طیف سنجی تبدیل فوریه یک تکنیک اندازه گیری است که به وسیله ی آن، بر اساس اندازه گیری همدوسی منبع

به منظور بررسی خواص اپتیکی و ساختاری از روش های طیف سنجی نوری و آنالیز FTIR استفاده شده است.

بررسی نتایج

طیف سنجی فرابنفش-مرئی یا اسپکتروسکوپی UV-Vis یکی از پرکاربردترین روش های آنالیز مواد شیمیایی است. اساس طیف بینی جذبی فرابنفش-مرئی اندازه گیری میزان جذب یک پرتوی نوری، در محدوده طیفی ناحیه مرئی از طول موج ۳۸۰ تا ۷۷۰ نانومتر و فرابنفش ۳۸۰-۲۰۰ نانومتر، با عبور از درون یک نمونه یا بعد از انعکاس از سطح یک نمونه است. همانگونه که از شکل (۱) مشخص است طول موج های جذب برای ماده ی اکسید ایندیوم در ۲۵۰ و بازه ی ۲۹۵-۳۰۵ قرار دارد در حالی که از شکل (۱) طول موج های جذب برای ماده ی اکسید ایندیوم حاوی گلیسین در ۲۴۵ و ۳۰۵ قرار دارد.



شکل ۱: طیف جذبی اکسید ایندیوم و اکسید ایندیوم حاوی گلیسین.

از طیف جذبی به دست آمده و بررسی لبه جذب با دانستن اینکه گاف نواری این ماده مستقیم است با رسم نمودار $(\alpha hv)^2$ بر حسب hv و رسم خط مماس بر آن (محل تقاطع خط مماس قرمز رنگ و محور افقی نشان دهنده گاف نواریست)، گاف نواری مطابق شکل (۲) بدست می آید. مقدار گاف نواری در ترکیب اکسید ایندیوم ۳/۶۸ الکترون ولت است که طبق نمودار شکل

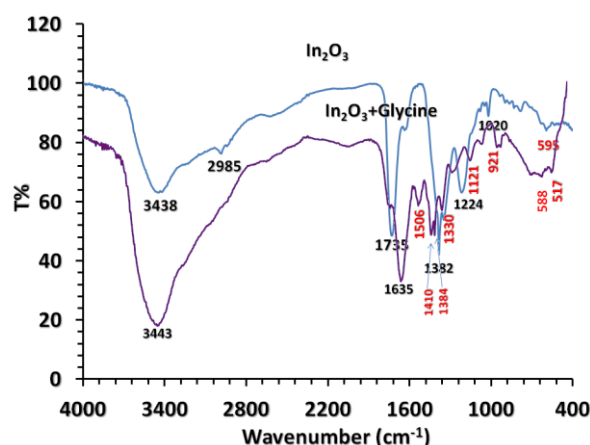
نتیجه گیری

با افزودن گلیسین به ماده گاف نواری بزرگتر شده که حاکی از کوچک شدن سایز نانوذرات است. پیک بلندتر در طیف نشری محلول با ناخالصی گلیسین نشان دهنده تغییر گاف نواری و گذار بیشتر اتم ها از تراز بالا به پایین است. نتایج طیف ها بر تغییر در اندازه (کوچک شدن) و شکل نانوذرات دلالت دارد پس این محلول برای کاربرد- های لایه نشانی مانند سنسورهای گازی، نمایشگر ها و ... موجب سطوح با جاهای خالی کمتر خواهد شد.

مراجع

- [۱] قاسمی پیربلوطی، فاطمه. ساخت لایه های ایندیوم اکسید آلاییده به نانوذرات جهت کاربرد در حسگر گازی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهرکرد. (۱۳۹۸)
- [۲] قیصریه، افسانه. محلول، کلویید و سوسپانسیون و خواص کلویید ها. (۱۳۹۱)
- [3] C. X. Pedersen, Ph. D, "Growth and characterization of indium oxide (InOx) films", Greece. 1 (1998).
- [4] A. Yahia, A. Attaf, H. saidi, M. Dahnoun, C. Kheelifi, A. Bouhdjer, A. Saadi, H. Ezzaouia. "Structural, optical, morphological and electrical properties of indium oxide thin films prepared by sol gel spin coating process", Surfaces and Interfaces, 14, (2019) 158-165.
- [5] Zhi Wang, Xinming Zhuang, Binghao Wang, Wei Huang, Tobin J. Marks, and Antonio Facchetti, "Doping Indium Oxide Films with Amino-Polymers of Varying Nitrogen Content Markedly Affects Charge Transport and Mechanical Flexibility", advanced functional materials, (2021).
- [6] M.-M. Bagheri-Mohagheghi, N. Shahtahmasebi, E. Mozafari, M. Shokooh-Saremi, "Effect of the synthesis route on the structural properties and shape of the indium oxide (In₂O₃) nanoparticles", Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, 41 (2009) 1757-1762.
- [7] N. V. Chukanov, M. Vigasina, Vibrational (Infrared and Raman) spectra of minerals and related compounds. Springer. 2020.

تابشی، طیف بدست می آید. یکی از وظایف اصلی طیف سنجی تشخیص دادن این است که در هر طول موج چه مقدار نور منتشر شده است. از روی تحلیل نتایج این طیف به ترکیبات موجود در ماده و قدرت آن ها می توان پی برد. در شکل (۴) طیف FTIR نمونه اکسید ایندیوم و طیف نمونه اکسید ایندیوم حاوی گلیسین آورده شده است.



شکل ۴: طیف FTIR اکسید ایندیوم (آبی) و اکسید ایندیوم حاوی گلیسین (بنفش).

در این نمونه پیک های ۵۳۲/۶۴، ۵۹۵ مربوط به پیوند های In-O هستند و طول موج های ۷۸۴/۳۴ تا ۱۰۸۱/۴۵ مربوط به پیوندهای کربنی است. پیک ۱۲۲۴ مربوط به پیوند In-O-H می باشد. سایر پیک های موجود نشان دهنده پیوندهای کربن_اکسیژن، کربن_هیدروژن و اکسیژن_هیدروژن موجود در ترکیب ناشی از وجود الکل، اسید و آب در سنتز می باشد. در طیف ارائه شده در شکل (۵)، پیک های ۱۱۲۱، ۱۵۰۶ مربوط به گروه (NH³⁺) در ساختار گلیسین هستند. پیک های ۵۱۷، ۹۲۱ و ۱۶۳۵ مربوط به گروه کربوکسیلی گلیسین هستند. پیک های ۱۳۳۰ و ۱۳۸۴ مربوط به پیوند نیتروژن و اکسیژن است. پیک های ۱۲۵۵/۵۰ و ۵۸۸ طبق نتایج بالا مربوط به ترکیبات حاوی ایندیوم هستند. سایر پیوندها مربوط به ترکیبات کربن و هیدروژن و اکسیژن موجود در حلال ها و ترکیبات نمک می باشند [۷].

بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه
شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران، ۱۲-۱۴ بهمن ۱۴۰۰